



Universidad
de Alcalá

Revisión exploratoria: contaminación atmosférica y aumento de visitas al servicio de urgencias por problemas respiratorios.

**Scoping review: air pollution and increased visits to the
emergency department for respiratory problems.**

**Máster Universitario en Investigación en Ciencias
Sociosanitarias.**

Presentado por:

Pablo Torres Gallego de Lerma.

Dirigido por:

Dr. Daniel Cuesta Lozano.

Alcalá de Henares, a 13 de septiembre de 2021.

Facultad de Enfermería y Fisioterapia.

Índice

Resumen	1
Abstract	2
1. Introducción	3
1.1 Estado actual de la contaminación atmosférica	7
2. Justificación	10
3. Objetivos	11
4. Metodología.....	12
4.1 Revisión exploratoria.....	12
4.2 Evaluación de calidad.....	13
5. Resultados	15
5.1 Partículas en suspensión (PM _x).....	16
5.1.1 Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC)	17
5.1.2 Asma	18
5.2 Dióxido de nitrógeno (NO ₂).....	19
5.2.1 Asma	19
5.3 Dióxido de azufre (SO ₂).....	20
5.3.1 Asma	20
5.4 Ozono (O ₃)	21
5.4.1 Asma	21
5.5 Monóxido de Carbono (CO).....	21
6. Discusión	23
7. Limitaciones.....	25
8. Conclusiones	26
9. Bibliografía.....	27
Anexos.....	32
Anexo I.....	32

Resumen

Introducción: la contaminación atmosférica es uno de los principales factores que intervienen en el cambio climático y la salud de las personas. De acuerdo con los límites establecidos por la OMS en cuanto a concentraciones de contaminantes, el 94% de la población española ha respirado aire contaminado. Esto se ha asociado a un aumento de la aparición de enfermedades respiratorias y exacerbaciones de las mismas, produciendo un incremento de la mortalidad prematura.

Objetivo: Conocer la evidencia existente que asocia la contaminación atmosférica con el aumento de visitas al servicio de urgencias por problemas respiratorios.

Metodología: se realiza una revisión exploratoria siguiendo las directrices del 2020 de la extensión de la declaración PRISMA. Para ello, se busca en las bases de datos de PubMed, EMBASE y Web of Science. Los estudios que cumplan los criterios de inclusión y exclusión tras la lectura del texto completo serán evaluados mediante CASPe o la escala adaptada de Cortes-Ramírez et al. para conocer su calidad.

Resultados y discusión: después de haber realizado el proceso de selección se han obtenido 19 estudios, en su mayoría de países desarrollados, lo cual puede determinar los resultados. El aumento de la contaminación atmosférica, en especial de las PM, ha dado lugar a un incremento de las visitas al servicio de urgencias, siendo los niños los más afectados, mayoritariamente por el asma.

Conclusiones: La evidencia obtenida corrobora el incremento de visitas al servicio de urgencias por un aumento de la contaminación atmosférica, siendo los niños la población más vulnerable.

Abstract

Introduction: Air pollution is one of the main factors involved in climate change and people's health. According to the limits established by the WHO regarding concentrations of pollutants, 94% of the Spanish population has breathed polluted air. This has been associated with an increase in the appearance of respiratory diseases and their exacerbations, producing an increase in premature mortality.

Objective: Know the existing evidence that associates air pollution with the increase in visits to the emergency department for respiratory problems

Methodology: An exploratory review is performed following the 2020 guidelines for the extension of the PRISMA declaration. To do this, the PubMed, EMBASE and Web of Science databases are searched. Studies that meet the inclusion and exclusion criteria after reading the full text will be assessed using CASPe or the scale adapted from Cortes-Ramírez et al. to know its quality.

Results and discussion: After having carried out the selection process, 19 studies have been obtained, most of them from developed countries, which can determine the results. The increase in air pollution, especially PM, has led to an increase in visits to the emergency department, with children being the most affected, mostly by asthma.

Conclusions: The evidence get corroborates the increase in visits to the emergency service due to an increase in air pollution, with children being the most vulnerable population.

1. Introducción

El principal responsable de la variación y deterioro del medio ambiente en la actualidad es el cambio climático, que consiste en una variación global del clima durante un periodo prolongado (1). El cambio climático puede ser ocasionado de forma natural o por factores externos, donde encontramos la actividad humana como el principal responsable del cambio climático (con una certeza del 90% según el cuarto informe del IPCC) (1) debido a la contaminación atmosférica y la sobreexplotación de recursos naturales.

El cambio climático no solo genera repercusión en el medio ambiente, sino que también tiene serias consecuencias económicas y sociales, siendo más agravadas en aquellos países menos desarrollados y que no tienen la capacidad de adaptarse o hacerle frente por sí mismos.

Las mayores consecuencias producidas por el cambio climático que influyen en la salud de las personas son (2):

- Eventos climáticos extremos: produciéndose un incremento de incendios, inundaciones, lluvias torrenciales y olas de calor que ocasionarán daños tanto físicos como psicológicos en las personas. Además de un incremento de temperaturas máximas y mínimas las cuales se encuentra ligadas a un aumento de la morbilidad y mortalidad, especialmente en la población más envejecida.

Los efectos en la salud de las personas únicamente se verán amortiguados en aquellas personas que dispongan de mejores condiciones socioeconómicas.

- Calidad del agua: el aumento de las temperaturas durante estas últimas décadas ha dado lugar a variaciones en el ciclo hidrológico, produciéndose pérdidas de la disponibilidad de agua tanto por el deshielo de los glaciares, como disminución de la calidad por variaciones en las propiedades del agua de los ríos y embalses, poniendo a prueba la infraestructura humana para el tratamiento y conservación del agua.
- Calidad del aire, que se verá afectada por la contaminación atmosférica definida como la presencia de sustancias o materias en la atmósfera que producen riesgo o daño en la salud de las personas y el medio ambiente. La contaminación es el mayor responsable de la pérdida de salud de las personas ya que actúa directamente favoreciendo la aparición de enfermedades respiratorias, cardiovasculares y cánceres, además de su agravamiento; e indirectamente con

el aumento del calentamiento global y la toxicidad en ecosistemas y la biodiversidad, así como en la agricultura.

- Enfermedades de transmisión vectorial, debido a que un aumento de la temperatura con una disminución de las precipitaciones favorecerá la reproducción y multiplicación de diversos vectores, desencadenando la aparición y desarrollo de enfermedades contagiosa (3).

Por lo tanto, el cambio climático afecta a la salud de forma directa e indirecta; de forma directa, encontraríamos los cambios en las temperaturas, cada vez llegando a mayores extremos tanto máximos como mínimos, aumento del nivel del mar y la recurrencia de eventos climáticos extremos; de forma indirecta, facilitaría la transmisión de enfermedades vectoriales, así como el empeoramiento tanto de la calidad como disponibilidad de agua, alimentos y aire.

La contaminación atmosférica es uno de los principales factores que intervienen en el cambio climático y la salud de la persona, y dentro de la contaminación atmosférica existen ciertos contaminantes que tienen mayor repercusión (2,4):

- Partículas en suspensión: usualmente son conocidas como aerosoles. Consisten en el conjunto de partículas, tanto sólidas como líquidas, de sustancias orgánicas e inorgánicas que se encuentran en suspensión en el aire, generadas mayoritariamente por los vehículos, procesos industriales y el humo del tabaco. Las repercusiones en la salud de estas partículas dependen de su tamaño y sus propiedades fisicoquímicas.

Se clasifican en PM_{10} , $PM_{2,5}$ y PM_1 correspondiendo el número con su diámetro aerodinámico, por lo que a menor diámetro mayor profundidad alcanzan en el sistema respiratorio, llegando en ocasiones hasta el torrente sanguíneo y afectando a órganos principales.

Contribuyen a un aumento de la morbilidad y la mortalidad, además de múltiples enfermedades y reagudizaciones respiratorias como el asma o las alergias, entre otras. Una mayor exposición a estas partículas supone un aumento de los ingresos hospitalarios.

La reiterada exposición a las partículas en suspensión aumenta el riesgo a desarrollar enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como por ejemplo cáncer de pulmón. Además, la exposición incluso siendo los niveles de concentración de PM bajos, se asocia con una reducción de la esperanza media de vida de 8,6 meses (5).

- Ozono troposférico (O_3): se caracteriza porque no es emitido a la atmósfera directamente, sino que se forma a través de una serie de reacciones de otros componentes como los NO_x , los compuestos orgánicos volátiles y la radiación solar.

Está asociado a un aumento de la mortalidad y morbilidad respiratoria y cardiovascular a corto plazo, además con un aumento de la incidencia y agravamiento del asma a largo plazo, siendo la población joven los más afectados en este último caso.

- Óxidos de nitrógeno (NO_x): los óxidos de nitrógeno se caracterizan por su importancia en la formación de otros gases contaminantes como el O_3 y su gran correlación con las PM, llegando a ser difícil establecer diferencias en los efectos de la salud entre ambos.

Sin embargo, se ha observado que las variaciones del NO_2 se encuentran relacionadas con las variaciones en los síntomas, ingresos y mortalidad de origen respiratorio, asociándose a la bronquitis en niños con asma y la disminución de la función pulmonar.

La procedencia de este gas es en su mayoría de los procesos de combustión tales como calefacción, generadores de electricidad y motores de vehículos y barcos (5).

- Dióxido de azufre (SO_2): procedente principalmente de las combustiones fósiles y caracterizado por que en combinación con el agua da lugar a la lluvia ácida cuando sus concentraciones son elevadas. Se encuentra relacionado con la disminución de la función respiratoria, así como la inflamación del sistema respiratorio, favoreciendo la aparición y agravamiento de la bronquitis crónica y el asma.
- Aeroalérgenos: son aquellos alérgenos que nuestro sistema inmunitario detecta como cuerpos extraños y que se encuentran en el aire durante un tiempo. Las alergias se han convertido en una de las enfermedades más comunes, afectando alrededor del 25% de la población, y son las personas que viven en zonas urbanas las más afectadas por los efectos de las alergias.

Teniendo en cuenta estos contaminantes, la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece unos criterios de calidad del aire donde se encuentran unas recomendaciones a cerca de los niveles medios de concentración de los contaminantes:

Niveles recomendados por la OMS	
Materia particulada de diámetro < 2,5 µm (PM_{2.5})	10 µg / m ³ media anual
	25 µg / m ³ media de 24h
Materia particulada de diámetro < 10 µm (PM₁₀)	20 µg / m ³ media anual
	50 µg / m ³ media de 24h
Dióxido de nitrógeno (NO₂)	40 µg / m ³ media anual
	200 µg / m ³ media de 1h
Dióxido de azufre (SO₂)	20 µg / m ³ media de 24h
	500 µg / m ³ media de 10 min
Ozono (O₃)	10 µg / m ³ media 8h

Tabla de elaboración propia (6).

De acuerdo con los últimos datos del Instituto Nacional de Estadística (7), desde el 2006 al 2018 se ha producido un incremento del número de muertes asociado a enfermedades respiratorias, llegando a ser 53.687 fallecidos en el 2018. Cabe destacar que las enfermedades más comunes del aparato respiratorio son (8):

- Asma: es una enfermedad crónica que se caracteriza por episodios agudos de broncoespasmos al reaccionar a ciertos estímulos, ya sean desde alérgenos medioambientales como estímulos emocionales extremos. Puede llegar a convertirse en una urgencia médica si sus signos y síntomas no son tratados durante un periodo prolongado.
- Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC): enfermedad cuya principal causa es el tabaco, además de la contaminación ambiental. Se caracteriza por una limitación de las vías aéreas que va evolucionando progresivamente en el tiempo. En cuanto a los cuadros más comunes de esta enfermedad encontramos la bronquitis crónica, el enfisema pulmonar, las bronquiectasias y la hiperactividad bronquial.
- Enfisema pulmonar: enfermedad progresiva que produce la compresión de los alvéolos, impidiendo el intercambio gaseoso, con lo que da lugar a un aumento

de la disnea y pérdida de la elasticidad pulmonar. Es irreversible, por lo que únicamente se pueden tratar los síntomas.

- **Cáncer de pulmón:** es una de las principales causas de muertes, y consiste en la aparición de una neoplasia maligna en el tejido pulmonar. El humo del tabaco es uno de los principales factores que se encuentran relacionados con su aparición.
- **Neumonía:** es una enfermedad inflamatoria, generalmente de origen infeccioso que puede afectar a uno o más lóbulos de un pulmón o incluso a los dos pulmones. Se caracteriza por la acumulación de líquido o pus en los alveolos, dificultando y limitando la respiración y con ello la captación de oxígeno.
- **Alergias:** consisten en una respuesta de hipersensibilidad del sistema inmunitario ante la presencia de un antígeno, generalmente inofensivo, denominado alérgeno. Estos alérgenos suelen ser la mayoría de las veces pólenes que se encuentran en el medio ambiente. Las alergias relacionadas con los pólenes suelen producir trastornos o síntomas molestos que en un principio no son mortales.

1.1 Estado actual de la contaminación atmosférica

El cambio climático, a pesar de haber sido negado por grandes representantes políticos, es una realidad que se lleva tratando desde hace muchos años hasta llegar al punto en el que la Unión Europea y España han declarado la emergencia climática (9,10).

Todos los estudios acerca del cambio climático apuntan a que va a producir un aumento de la mortalidad, así como la aparición de enfermedades. Además, no va a influir por igual en todos, ya que aquellas personas más vulnerables (niños, mujeres y adultos mayores), tanto en temas de la salud como socioeconómicos, serán los que más van a sufrir las consecuencias (11). Alrededor del 90% de las muertes que se encuentran relacionadas con la contaminación atmosférica tiene lugar en países de ingresos bajos y medios, y 2 de cada 3 muertes ocurren en Asia Sudoriental y Pacífico Occidental (12).

El 91% de la población mundial habita en lugares que exceden los niveles de concentración del aire impuestos por la OMS, lo que da lugar a que se produzcan a cerca de 7 millones de muertes prematuras por contaminación cada año, lo que corresponde con el 11,6% del total de muertes mundiales (6).

La OMS también estableció en el 2016 que el 58% de las muertes prematuras ocasionadas por la contaminación del aire eran por cardiopatías isquémicas y

accidentes cerebrovasculares, el 18% por la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) e infecciones respiratorias y el 6% por cáncer de pulmón (5).

Respecto a los países de la Unión Europea, se prevé que España sea uno de los países más afectados, si no el que más, debido a su clima mediterráneo, su gran territorio costero y su proximidad a África, ya que los eventos climatológicos extremos se verán más acentuados y se producirán más migraciones de vectores por el clima.

En 2019, de acuerdo con los límites y objetivos establecidos por la Directiva 2008/50/CE y el Real Decreto 102/2011, el 26,6% de la población española, es decir 12,5 millones, estuvieron expuestos a concentraciones superiores de contaminación, esto aumento si se tienen en cuenta los valores establecidos por la OMS, siendo entonces el 94% de la población española, es decir 44,2 millones de personas. En otros términos, se podría establecer que prácticamente toda la población española se encuentra respirando niveles de contaminación elevados (13).

Siguiendo con porcentajes, y de acuerdo con los contaminantes atmosféricos mencionados anteriormente (13,14):

- El 48 % de la población española se ha visto afectada por la concentración de PM, es decir 22,6 millones de personas. Esto da lugar a un aumento del riesgo de mortalidad del 0.89% por enfermedades cardiovasculares y un 2,3% por enfermedades respiratorias. Además, se ha encontrado una relación estrecha entre la enfermedad de Alzheimer y la concentración de PM, de tal forma que un aumento de $20 \mu\text{g} / \text{m}^3$ supone un incremento del 27,5% en las hospitalizaciones relacionadas con el Alzheimer.
- El 85,6% de la población española, que corresponde a 40,2 millones de personas se ve afectada por la concentración de O_3 . El riesgo de mortalidad por concentraciones elevadas de O_3 asciende al 3,19% por cada aumento de $10 \mu\text{g} / \text{m}^3$.
- El 18,4% de la población española ha estado expuesta a niveles de concentración de SO_2 superiores a los establecidos, es decir 8,6 millones de personas.
- El 14,2% de la población española estuvo expuesta a niveles elevados de NO_2 , siendo un total de 6,7 millones de personas. Se estima que aumenta un 1,19% el riesgo de mortalidad por cada incremento de $10 \mu\text{g} / \text{m}^3$.

En España hay que destacar la contaminación de las grandes ciudades, en especial Madrid, la cual es una de las ciudades con mayor contaminación de toda Europa, siendo

la ciudad europea con más muertes asociadas a la contaminación atmosférica (15). Los contaminantes de mayor incidencia en esta comunidad son el dióxido de nitrógeno, el ozono troposférico y las partículas PM_{10} y $PM_{2,5}$.

2. Justificación

Todas las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, y con esto incluimos el derecho a respirar un aire limpio, ya que es algo indispensable para la salud y el bienestar de las personas. Sin embargo, la mayoría de la población a nivel mundial se encuentra respirando un aire contaminado, afectando, como siempre, en mayor medida a aquellas personas con menos recursos y por lo tanto más vulnerables, lo que ocasiona a su vez un aumento de la inequidad en salud, ya que tendrá efectos negativos en los determinantes sociales de la salud.

Además, la disminución de la contaminación, por mucho que cada persona realice su aportación de forma individual, es imposible si no se implantan una serie de normativas y limitaciones a las ciudades e industrias de forma nacional e internacional en sectores como el transporte, la gestión de residuos, la construcción y la agricultura (5).

Un tercio de los países a nivel mundial no establece limitaciones en cuanto a las concentraciones del aire y en aquellos lugares que sí existen dichas limitaciones, estas son incumplidas en la mayoría de las ocasiones. Con ello obtenemos que menos del 31% de los países que sí tienen la capacidad para establecer normativas en cuanto a la contaminación, todavía no las han adoptado (16).

Por todo ello, es necesario la actuación ante la contaminación del aire, de gobiernos (nacionales e internacionales), comunidades y organizaciones no gubernamentales (OMS) de forma compenetrada para la promoción de una salud pública, equitativa y universal. Además, supone un beneficio ya no solo en términos de salud, sino económico, por ejemplo, en España se estima que la contaminación atmosférica supone un coste del 3,5% del Producto Interior Bruto (PIB), debido a la mortalidad prematura y las bajas laborales ocasionadas por la contaminación.

Para fomentar el compromiso con la disminución de la contaminación atmosférica es necesario informar y comunicar de forma clara las consecuencias que tiene esta en la salud de las personas. Además, si no se respeta el derecho a respirar un aire limpio es imposible el cumplimiento de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

La importancia de este estudio recae en conocer la literatura existente sobre cómo la contaminación afecta de manera directa en la salud de las personas, centrándonos sobre todo en los problemas respiratorios que genera y cómo producen un aumento de las visitas al servicio de urgencias, las cuales podrían evitarse. Además de conocer así que grupo de la población es el más afectado por esta problemática. Se excluye todo aquello relacionado con el COVID-19 ya que los datos de urgencias respiratorias saldrían sesgados al establecer relaciones con los ingresos y la contaminación.

3. Objetivos

Objetivo general:

- Conocer la evidencia existente que asocia la contaminación atmosférica con el aumento de visitas al servicio de urgencias por problemas respiratorios.

Objetivos específicos:

- Conocer la influencia que tienen las condiciones climatológicas con el aumento de problemas respiratorios.
- Estudiar qué contaminantes atmosféricos perjudican más a la salud respiratoria.
- Explorar qué sectores de la población son más vulnerables a la contaminación atmosférica.
- Conocer la influencia de los contaminantes atmosféricos en los problemas de salud respiratorios.

4. Metodología

4.1 Revisión exploratoria

Esta revisión exploratoria o revisión panorámica (Scoping Review) se ha llevado a cabo siguiendo las directrices de 2020 de la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) (17) y de su extensión PRISMA-ScR para revisiones exploratorias (18).

Para seleccionar los estudios de investigación que relacionan el aumento de la contaminación y el aumento de ingresos hospitalarios en las unidades de urgencias por problemas respiratorios, se realizó una búsqueda en diversas bases de datos, adaptando los términos a cada una de ellas y aplicando los operadores booleanos correspondientes. Las bases de datos utilizadas fueron PubMed, Web of Science (WOS) y EMBASE, y las cadenas de búsqueda para cada uno:

- PubMed: (((((((environmental pollution[MeSH Terms]) OR (air environmental pollutants[MeSH Terms])) OR (air pollution[MeSH Terms])) OR (air pollutants[MeSH Terms])) OR (airborne particulate matter[MeSH Terms])) OR (ozone[MeSH Terms])) OR (nitrogen oxides[MeSH Terms])) OR (Sulfur Dioxide[MeSH Terms])) AND (((((emergencies[MeSH Terms]) OR (emergency medicine[MeSH Terms])) OR (emergency medical services[MeSH Terms])) OR (emergency service, hospital[MeSH Terms])) OR (emergency treatment[MeSH Terms])) OR (emergency nursing[MeSH Terms])) AND ((((((respiratory tract diseases[MeSH Terms]) OR (respiratory tract infection[MeSH Terms])) OR (Asthma[MeSH Terms])) OR (lung neoplasms[MeSH Terms])) OR (allergy[MeSH Terms])) OR (chronic obstructive pulmonary disease[MeSH Terms])) OR (pulmonary emphysema[MeSH Terms]))
- EMBASE: ('air pollution'/exp OR 'air pollutant'/exp OR 'pollution'/exp OR 'pollution and pollution related phenomena'/exp OR 'atmospheric particulate matter'/exp OR 'ozone'/exp OR 'nitrogen oxide'/exp OR 'nitrogen oxide'/exp) AND ('emergency'/exp OR 'emergency medicine'/exp OR 'emergency health service'/exp OR 'emergency health service'/exp OR 'emergency treatment'/exp OR 'emergency nursing'/exp) AND ('respiratory tract disease'/exp OR 'respiratory tract infection'/exp OR 'asthma'/exp OR 'lung tumor'/exp OR 'allergy'/exp OR 'chronic obstructive lung disease'/exp OR 'lung emphysema'/exp)
- WOS: (((((((TS=(environmental pollution)) OR TS=(air environmental pollutants)) OR TS=(air pollution)) OR TS=(air pollutants))) OR TS=(airborne

particulate matter)) OR TS=(ozone)) OR TS=(nitrogen oxides)) OR TS=(sulfur dioxide) AND (((((TS=(emergencies)) OR TS=(emergency medicine)) OR TS=(emergency medical services)) OR TS=(emergency service, hospital)) OR TS=(emergency treatment)) OR TS=(emergency nursing)) AND ((((((TS=(respiratory tract diseases)) OR TS=(respiratory tract infection)) OR TS=(Asthma)) OR TS=(lung neoplasms)) OR TS=(allergy)) OR TS=(chronic obstructive pulmonary disease)) OR TS=(pulmonary emphysema)

Para delimitar los resultados de la búsqueda se establecieron como criterios de inclusión:

- Estudios a partir del año 2016.
- Estudios cuyo idioma sea inglés o español.
- Estudios sobre humanos.
- Estudios cuyo texto completo se encuentre disponible.

Y como criterios de exclusión:

- Estudios en los cuales el ingreso hospitalario se deba a infección por COVID-19.
- Estudios asociados a desastres naturales como fuente de contaminación principal.
- Libros y guías de práctica clínica.

Para el cribado de los estudios y la extracción de datos se utilizó la herramienta online Covidence (19), donde los estudios fueron revisados por una única persona. En un primer lugar se descartaron estudios por título / resumen y posteriormente con la lectura del texto completo.

4.2 Evaluación de calidad

La evaluación de calidad de los estudios también fue realizada por una única persona mediante la herramienta CASPe (Critical Appraisal Skills Programme Español) (20). Esta herramienta cuenta con una serie de preguntas, en las que se contesta la mayoría de las veces con sí o no, y se clasificó:

- Si el estudio no respondía las dos primeras preguntas era clasificado como relevancia baja y por lo tanto el estudio era descartado.
- Si el estudio respondía menos de la mitad de las preguntas restantes era clasificado como relevancia media.

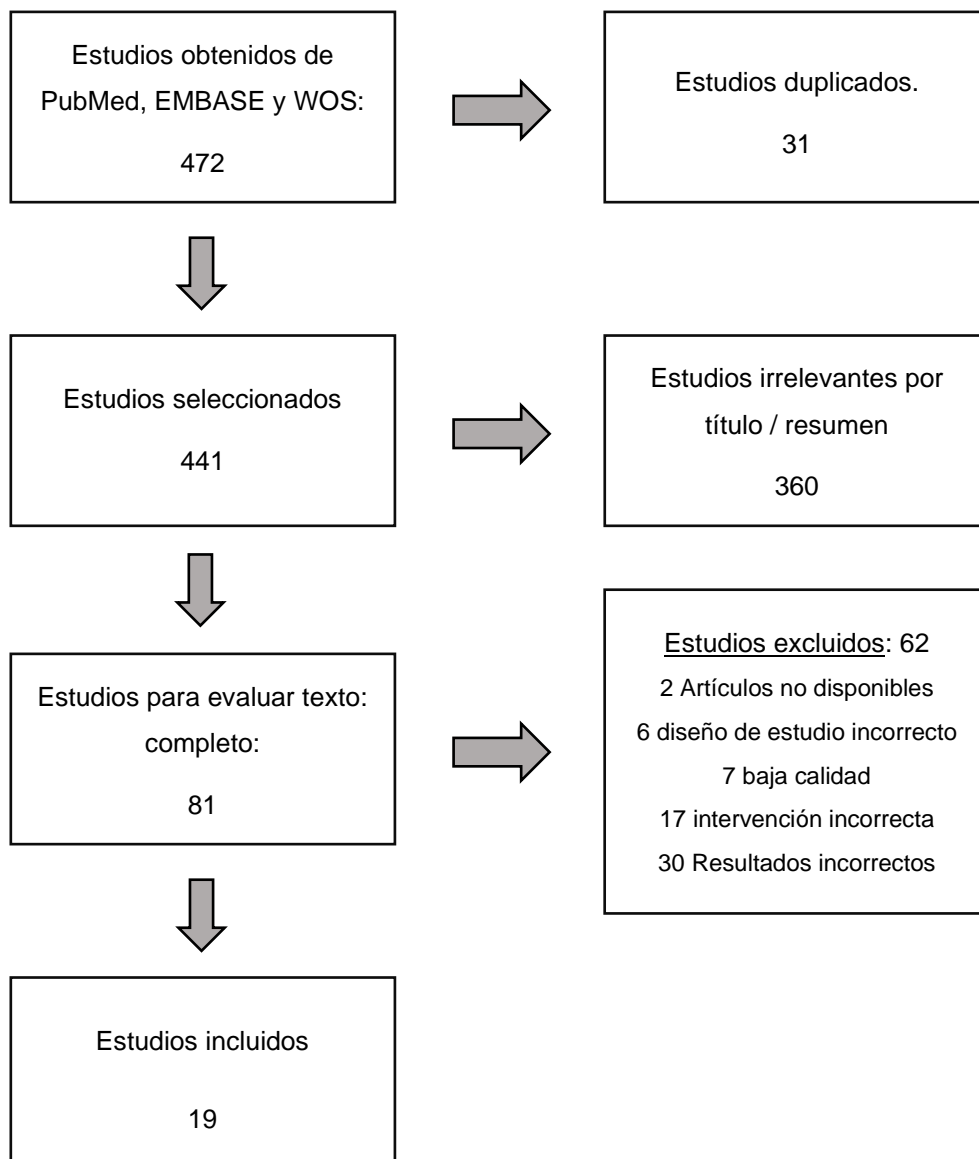
- Si el estudio respondía más de la mitad de las preguntas restantes era clasificado como relevancia alta.

Sin embargo, no todos los estudios podían ser evaluados con la herramienta CASPe (20), por lo que los estudios ecológicos fueron evaluados mediante una escala adaptada de Cortes-Ramírez et al. (21). Dicha escala cuenta con 10 ítems con los que se puede obtener una puntuación máxima de 12 puntos. Si el estudio no cumplía el ítem, recibía una puntuación de 0, pero si cumplía con el ítem, la puntuación podía ser de 1 o 2. Los estudios ecológicos fueron clasificados en:

- Si el estudio ecológico obtenía menos de 5 puntos era clasificado como relevancia baja y por lo tanto era descartado.
- Si el estudio ecológico obtenía una puntuación entre 5-8 puntos era clasificado como relevancia media.
- Si el estudio ecológico obtenía más de 8 puntos era clasificado como relevancia alta.

5. Resultados

Tras las búsquedas se obtuvieron 472 estudios de los cuales 31 fueron descartados ya que se encontraban duplicados. De los 441 estudios restantes se descartaron 360 tras haber leído título y resumen. Posteriormente con la lectura del texto completo y evaluación de la calidad fueron descartados 62 de los 81 que quedaban, siendo un total de 19 estudios los incluidos en la revisión. La representación de este proceso se refleja en el diagrama de flujo, el cual se obtuvo de la herramienta online Covidence (19).



De los 19 estudios obtenidos, fue Estados Unidos el país que mayor aportación tuvo (n=4), seguido de China (n=3), España (n=2), Taiwán (n=1), Alemania (n=1), Grecia (n=1), Corea del Sur (n=1), Canadá (n=1), Francia (n=1), Argentina (n=1), Países Bajos (n=1), Suecia (n=1) e Italia (n=1).

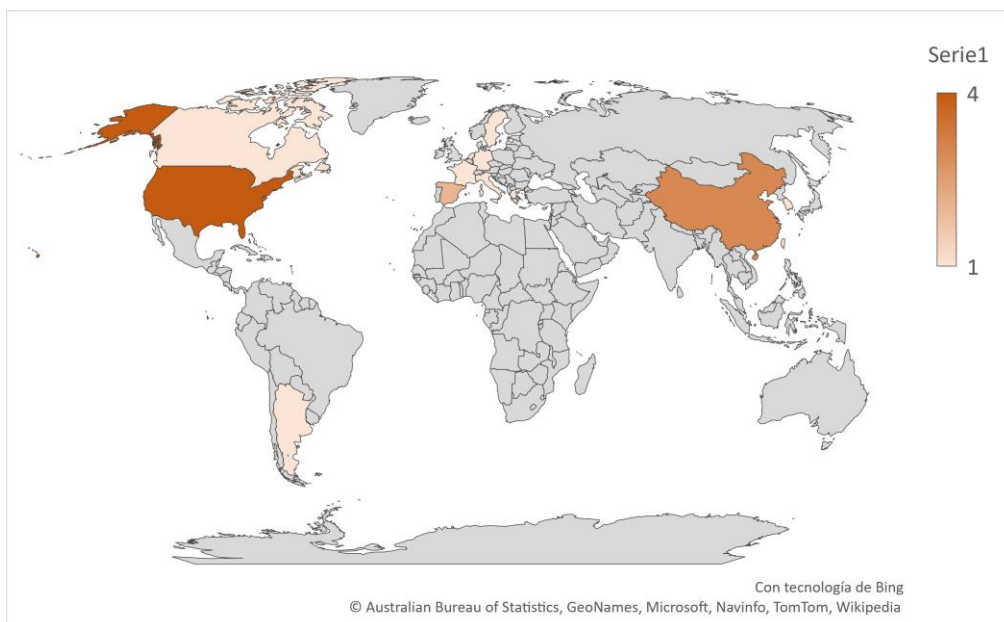


Gráfico de elaboración propia.

El diseño de los estudios más común fue el estudio ecológico (n=11), posteriormente los más utilizados fueron los estudios de casos (n=5) y por último las revisiones sistemáticas (n=3). Además, la mayoría de los estudios ecológicos y de casos tuvieron en cuenta diferentes variables tales como: la temperatura, humedad, viento y presión atmosférica.

5.1 Partículas en suspensión (PM_x)

La mayoría de los estudios obtenidos (n=14) han encontrado una fuerte correlación entre las concentraciones de PM_x diarias y el aumento de ingresos respiratorios en los diversos servicios de urgencias, ya sea por exacerbaciones de enfermedades respiratorias ya conocidas o por nuevos diagnósticos.

Sin embargo, algunos estudios (n=2) no han encontrado una relación significativa entre las concentraciones diarias de PM_{2.5} como es el caso de los estudios de Byrwa-Hill BM, Venkat A et al. (22) y de Bono R, Romanazzi V et al. (23). Ambos coinciden en que las concentraciones de PM_{2.5} (µg / m³) diarias son levemente superiores a las recomendaciones de la OMS (10 µg / m³).

El estudio de Kanellopoulos N, Pantazopoulos I, et al. (24) en la ciudad de Volos detalló que la concentración media de PM_{2.5} durante el periodo de estudio fue 30,03 µg / m³,

tres veces superior al límite establecido por la OMS, el cual se superó el 48,6% de los días. Esto supuso un incremento de las urgencias pediátricas en un 32,44% los días que la concentración de PM_{2.5} superaba el límite diario. Además, el aumento de visitas al servicio de urgencias se relacionó con las estaciones de primavera e invierno.

Una de las mayores concentraciones diarias de PM_{2.5} que se obtuvo fue en la ciudad de Beijing, en el estudio de Xu Q, Li X et al. (25), donde la concentración media fue de 102,1 µg / m³. Con estas concentraciones hubo asociación estadísticamente significativa en relación con las visitas al servicio de urgencias desde el día del pico de concentración y los 4 días posteriores. Como resultado se estableció que el aumento de 10 µg / m³ en la concentración de PM_{2.5} suponía un incremento del 0,23% de visitas a urgencias, siendo las mujeres las más afectadas junto con las personas mayores de 60 años.

Resultados similares se obtuvieron en los estudios de Taj T, Malmqvist E et al. (26), donde la concentración PM₁₀ media fue de 17,39 µg / m³ y se observó un incremento de 2,52% en las visitas al servicio de urgencias desde el pico de concentración hasta 2 días posteriores; el estudio de Liu P, Wang X et al. (27) donde la concentración media estuvo entre 108 µg / m³ y 70,7 µg / m³, dependiendo de la zona urbana, y las visitas al servicio de urgencias aumentaban un 2.4% por cada aumento de 10 µg / m³ en la concentración de PM_{2.5}, siendo mayor el riesgo en hombres; y el estudio de Ma Y, Yue L et al. (28), en el que la concentración media de PM_{2.5} fue de 54,52 µg / m³ y se asoció significativamente con el aumento de infecciones respiratorias en niños y niñas desde el pico de concentración hasta 2 días posteriores.

Strosnider HM, Chang HH et al. (29) tuvieron como resultado que la tasa media de visitas diarias al servicio de urgencias por cada 10.000 personas era de 1,20, siendo de 1,94 en menores, de 0,91 en adultos y de 1,37 en personas mayores de 65 años. Las infecciones respiratorias y el asma eran más comunes en la población joven, y el EPOC y la neumonía más común en personas mayores. Además, la concentración de PM_{2.5} estuvo asociada a las urgencias respiratorias de los niños e iba reduciéndose esa relación según avanzaba la edad.

5.1.1 Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC)

Respecto a las exacerbaciones de enfermedades respiratorias, encontramos un estudio de Huang Y-T, Chen C-C et al. (30) que relaciona el aumento de visitas al servicio de urgencias por reagudizaciones de EPOC con la concentración de PM_x, en especial con el aumento de las concentraciones PM_{2.5} y los días cálidos, produciéndose este aumento de visitas a urgencias 2 días después del pico de concentración.

También se encuentra el estudio de Xu Q, Li X et al. (25) donde se asocia el aumento de $10 \mu\text{g} / \text{m}^3$ de la concentración de $\text{PM}_{2.5}$ con un aumento de urgencias por EPOC del 1,46%. Además del estudio de Szyszkowicz M, Kousha T et al. (31), donde las urgencias por reagudizaciones de EPOC son más propensas con el frío y en las mujeres, produciéndose un incremento de visitas a los 4 días de la mayor concentración de $\text{PM}_{2.5}$.

5.1.2 Asma

El asma fue una de las enfermedades respiratorias más estudiadas en relación con las PM_x ($n=7$). En el estudio de Ortega-García JA, Martínez-Hernández I et al. (32) se observó como en Murcia el 10% de los días las concentraciones de PM_{10} superan la concentración máxima recomendada por la OMS ($50 \mu\text{g} / \text{m}^3$), lo que se asocia a un incremento de las urgencias por agravamiento del asma, siendo el sexo masculino el más afectado. Siguiendo esta línea, en el estudio de Alhanti BA, Chang HH et al. (33), tras la medición de las concentraciones diarias de $\text{PM}_{2.5}$ en varias ciudades de EEUU, los resultados concuerdan con que los días de mayor calor se producen más reagudizaciones, siendo los hombres de 0 a 18 años los más afectados, pero invirtiéndose con la edad y siendo las mujeres a partir de los 18 años.

Kanellopoulos N, Pantazopoulos I, et al. (24) obtuvieron que el 19,23% del incremento de visitas al servicio de urgencias correspondía con el asma. Otros resultados similares fueron de Mazenq J, Dubus J-C et al. (34) donde la exposición a PM_{10} supone un incremento del 2% en el riesgo de visitas a urgencias por asma en los menores, en especial a los niños.

Noh J, Sohn J et al. (35) encontraron una asociación significativa entre las visitas al servicio de urgencias y la concentración de PM_{10} desde su pico hasta los 7 días posteriores, además de un mayor riesgo en aquellas personas que ya habían sido diagnosticadas de asma con anterioridad.

Los 2 estudios restantes que establecieron una relación entre el asma y las PM_x fueron la revisión sistemática de Orellano P, Quaranta N et al. (36) que al igual que los anteriores estudios obtuvieron que son los menores y en especial los hombres los más susceptibles al aumento de la concentración de $\text{PM}_{2.5}$; y la revisión sistemática de Fan J, Li S et al. (37) cuyo resultado fue que el aumento de $10 \mu\text{g} / \text{m}^3$ en la concentración de $\text{PM}_{2.5}$ aumenta el riesgo de acudir a urgencias por asma en un 1,5%, variando en la edad y siendo del 3,6% en menores de 18 años, además de aumentar el riesgo de visitas a urgencias en un 3,7% en las temporadas cálidas.

5.2 Dióxido de nitrógeno (NO₂)

El dióxido de nitrógeno es uno de los gases más importantes a la hora de realizar un control en cuanto a su concentración atmosférica, ya que no solo produce problemas de salud por sí solo, sino que es responsable de la formación de O₃. Por eso hay muchos artículos que encuentran una relación con el incremento de visitas al servicio de urgencias por problemas respiratorios (n=12).

Bono R, Romanazzi V et al. (23) encontraron que la concentración media en Turín durante el periodo de estudio fue de 42,5 µg / m³, no siendo muy superior a las recomendaciones de la OMS, sin embargo, el incremento de 10 µg / m³ de la concentración de NO₂ suponía un aumento del 1,3% de urgencias respiratorias, coincidiendo estas subidas con las épocas más frías. Algo similar ocurrió en el estudio de Taj T, Malmqvist E et al. (26), donde el aumento de 10 µg / m³ de la concentración de NO₂ en Malmö suponía un aumento del 1,85% en las urgencias respiratorias de atención primaria, pero no en urgencias hospitalarias.

Este incremento del porcentaje de urgencias respiratorias también se observó en los estudios de Liu P, Wang X et al. (27), donde al aumento de la concentración de NO₂ suponía un 3,1% más de visitas por urgencias respiratorias, siendo mayormente los hombres los más afectados como en el estudio de Ortega-García JA, Martínez-Hernández I et al. (32); y el estudio de Ma Y, Yue L et al. (28), en el que el aumento de 10 µg / m³ de NO₂ suponía un incremento del 2,5% de las visitas al servicio de urgencias. Además, fueron los niños de 0 a 3 años los más afectados por las concentraciones de NO₂.

Szyszkowicz M, Kousha T et al. (31) obtuvieron que el NO₂ se encontraba asociado con las visitas por exacerbaciones de EPOC, en las mujeres tras 8 días del pico de concentración y en los hombres durante los días 3 y 6.

5.2.1 Asma

Diversos estudios obtuvieron datos sobre el aumento de visitas a urgencias por asma y el aumento de la concentración de NO₂ (n=7), como el de Martínez-Rivera C, Garcia-Olivé I et al. (38), que refieren un aumento de urgencias los días de temperaturas más bajas; Liu P, Wang X et al. (27) y Zheng X, Orellano P et al. (39)

Los estudios de Alhanti BA, Chang HH et al. (33) y Orellano P, Quaranta N et al. (36) concluyeron que la población comprendida entre los 5 y los 18 años era la más vulnerable a acudir a urgencias por asma con el aumento de la concentración de NO₂.

Y el estudio de Noh J, Sohn J et al. (35) que era la población de entre 2 y 5 años la más afectada por dicho contaminante.

Solo el estudio de Byrwa-Hill BM, Venkat A et al. (22) tuvo como resultado que las personas mayores de 18 años tenían mayor riesgo de acudir a urgencias por aumento de la concentración de NO₂.

5.3 Dióxido de azufre (SO₂)

Respecto al dióxido de azufre se obtuvieron 6 estudios que corroboraban la relación existente entre el aumento de su concentración y las visitas al servicio de urgencias. La mayoría de estudios están relacionados con el asma (n=5), pero el estudio de Szyszkowicz M, Kousha T et al. (31) encontró como resultado que el aumento de la concentración de SO₂ suponía un aumento de la exacerbaciones por EPOC, produciéndose el aumento de visitas a urgencias entre los días 4 y 8 tras la exposición al contaminante en hombres y siendo de 3 a 6 días en las mujeres.

Liu P, Wang X et al. (27) tras medir las concentraciones diarias de SO₂ en el área de Jinan (China), registraron unos valores superiores a los de la OMS que rondaban entre 95,4 µg / m³ y 49,9 µg / m³. Estos valores se asociaron a un aumento del 1,2% de las visitas al servicio de urgencias, siendo las mujeres las más afectadas. Resultados similares fueron los obtenidos por Ma Y, Yue L et al. (28), que llegaron a la conclusión que un incremento de 10 µg / m³ aumentaba el riesgo en un 3,5% de visitas al servicio de urgencias por problemas respiratorios, siendo los niños y niñas más pequeños (de 0 a 3 años) los más afectados, en especial en épocas cálidas.

El estudio Martínez-Rivera C, Garcia-Olivé I et al. (38) no obtuvo ninguna correlación entre el aumento de visitas a urgencias y el aumento de la concentración de SO₂, al igual que en el estudio de Alhanti BA, Chang HH et al. (33).

5.3.1 Asma

Tanto los estudios de Zheng X, Orellano P et al. (39) y Liu P, Wang X et al. (27) llegaron a la conclusión de que el aumento de la concentración de SO₂ disminuye la función pulmonar y por lo tanto produce un aumento de las visitas a urgencias, en aquellas personas que ya tienen un diagnóstico de asma.

Noh J, Sohn J et al. (35), obtuvieron los mismos resultados que los anteriores estudios, añadiendo que el aumento de urgencias respiratorias se producía en primavera y en personas mayores de 65 años.

5.4 Ozono (O₃)

El ozono aparte de ser un gas perjudicial que afecta de forma directa en la salud de las personas también lo hace de manera indirecta contribuyendo al calentamiento global. Además, tiene una correlación con el resto de los gases de tal forma que un aumento de la concentración O₃ se encuentra asociado con una disminución del CO, NO₂ y SO₂ (35).

La correlación entre el aumento de la concentración de O₃ y el aumento de visitas al servicio de urgencias por problemas respiratorios queda muy reflejado (n=9), como en los estudios de Strosnider HM, Chang HH et al. (29), donde la población adulta es la que mayor riesgo de problemas respiratorias tiene; y Malig BJ, Pearson DL et al. (40), en el que se asocia el calor con el aumento de visitas a urgencias.

Sin embargo, los estudios de Bono R, Romanazzi V et al. (23) y Taj T, Malmqvist E et al. (26) no obtuvieron una relación estadísticamente significativa entre la concentración de O₃ y las visitas a urgencias.

5.4.1 Asma

Respecto a cómo influye la concentración de O₃ en el asma, encontramos un estudio de Alhanti BA, Chang HH et al. (33) que establece que el aumento de la concentración afecta en mayor medida a los menores de entre 5 y 18 años, siendo más débil en los menores de 5 años y mayores de 65 años, pero sin apenas relación con la población en edad adulta. Además, son los hombres y las personas afroamericanas e hispanas las que mayor riesgo de acudir al servicio de urgencias por asma tienen si se produce un incremento de la concentración de O₃. Byrwa-Hill BM, Venkat A et al. (22) también comparten que son la población de entre 5 y 18 años la mayor afectada por el aumento de la concentración de O₃; y Ortega-García JA, Martínez-Hernández I et al. (32) que es la población masculina la mayor afectada, sobre todo en los meses de invierno.

Tanto los estudios de Noh J, Sohn J et al. (35) y Zheng X, Orellano P et al. (39) concuerdan en que aquellas personas que ya tienen un diagnóstico de asma son las más afectadas por la concentración de O₃, destacando que el primer estudio también obtuvo como resultado que el incremento de la concentración suponía un aumento del 9,6% del riesgo de acudir al servicio de urgencias por asma.

5.5 Monóxido de Carbono (CO)

Son pocos los estudios que obtienen datos sobre las concentraciones de monóxido de carbono y su relación con las visitas al servicio de urgencias (n=3), y en todos ellos se asocia al asma.

El estudio de Alhanti BA, Chang HH et al. (33) estableció una asociación estadísticamente significativa entre la concentración CO y las visitas por asma entre las edades de 5 a 18 años. Dicha asociación era más débil según avanzaba la edad y en los grupos de edad inferiores a 5 años.

Sin embargo, el estudio el estudio de Noh J, Sohn J et al. (35) concluyó que las variaciones en las concentraciones de CO afectaban en mayor medida a la población de entre 40-64 años. También se obtuvo un resultado similar por parte de Byrwa-Hill BM et al. (22), donde fue la población adulta la que se asoció en mayor medida con la atención en el servicio de urgencias por asma, desde el pico de concentración hasta los 5 días posteriores.

El único estudio que no encontró una relación entre las visitas al servicio de urgencias y la concentración de CO fue el de Martínez-Rivera C, Garcia-Olivé I (38).

6. Discusión

El objetivo de esta revisión de alcance es conocer la literatura de investigación existente que relaciona el aumento de la contaminación atmosférica con el aumento de las visitas al servicio de urgencias por problemas respiratorios. Se identificaron 19 artículos, entre los años 2016 y 2021, los cuales fueron resumidos para favorecer el análisis de resultados (Anexo I). La totalidad de los estudios obtenidos son de diseño cuantitativo, siendo los estudios ecológicos los que más se ajustaban a la pregunta de investigación. Además, la cantidad de estudios obtenidos de este tema va avanzando con el paso del tiempo, ya que la contaminación atmosférica es una de las principales emergencias que existen en la actualidad.

La mayoría de los resultados obtenidos determinan que la contaminación atmosférica afecta más a las poblaciones vulnerables, siendo los niños y niñas los más afectados. A nivel mundial, alrededor del 93% de los menores viven en lugares donde los niveles de contaminación superan los niveles establecidos por la OMS (41). Esto se debe a una serie de factores de comportamiento, medioambientales y nocivos.

Los niños cuentan con un sistema respiratorio más vulnerable ya que se encuentra en etapas de desarrollo, presentando un menor número de alveolos, una mayor permeabilidad del epitelio pulmonar y una mayor frecuencia respiratoria (42). Además, suelen pasar más tiempo en el exterior que los adultos y al ser de una menor estatura se encuentran más próximos al suelo, donde las concentraciones de algunos contaminantes son máximas.

Otra de las poblaciones más vulnerables son las mujeres, sin embargo, en los resultados obtenidos no existe una concordancia respecto a esto ya que en algunos estudios son los hombres los más afectados por la contaminación. La bibliografía respecto al tema de la contaminación atmosférica y las mujeres refiere que son un grupo más vulnerable, en especial en las comunidades de bajos ingresos de los países desarrollados y en aquellos países más pobres (41). Este puede ser el motivo de esta discordancia en el estudio ya que la mayoría de las investigaciones incluidas provienen de países con ingresos altos, siendo poco representativos a nivel mundial. Además, puede observarse que en los estudios realizados en países como China y Taiwán (25,27), son las mujeres las más afectadas por la contaminación, concordando con la bibliografía existente.

También hay que destacar que aquellas personas con enfermedades de base, que generalmente suele ser la población mayor, cuentan con un mayor riesgo de acudir a urgencias por problemas respiratorios. Así se ha visto en la mayoría de los estudios obtenidos, siendo el EPOC una de las enfermedades más atendidas por sus

exacerbaciones en población adulta (29,31). Sin embargo, en la población joven, es el asma la que más reagudizaciones ha tenido.

Respecto a las temperaturas, la investigación existente asocia el incremento de la concentración de los contaminantes con el aumento de la temperatura (43), lo cual es corroborado en este estudio, en especial para las PM y el O₃ (33,37,40), sin embargo, los resultados obtenidos con la concentración de NO₂ han sido diferentes, asociándose un aumento de su concentración cuando se producía una disminución de la temperatura (23,38).

El contaminante atmosférico que mayor repercusión ha tenido en la salud han sido las partículas en suspensión, en especial las PM_{2.5}, y uno de los motivos por los que se debe esta asociación es la facilidad que tienen para entrar en el torrente sanguíneo debido a su tamaño, siendo por lo tanto perjudicial no solo para el sistema respiratorio, sino para la mayoría de órganos del cuerpo humano (5). Además, el asma es la enfermedad respiratoria que más ha acudido a urgencias por este contaminante y que más se ha visto afectada por la totalidad de todos los contaminantes, convirtiéndose en un problema destacado en el que actuar de forma temprana.

7. Limitaciones

Una de las posibles limitaciones existentes en el estudio es el sesgo de selección ya que los estudios incluidos han sido elegidos durante todos los procesos por un único autor lo cual puede suponer que se hayan descartado artículos que eran válidos para el estudio e incluido estudios que no lo eran. Además, la evaluación de la calidad también fue realizada por un único autor y las herramientas de evaluación de la calidad utilizadas son en gran medida subjetivas, por lo que no se ajustan perfectamente en todos los tipos de estudio.

Otra de las limitaciones existentes en el estudio es que no se han incluido desastres naturales como fuente de los contaminantes atmosférico. De hecho, hay una gran cantidad de artículos relacionando con desastres naturales, en especial incendios, que seguramente aportarían datos relevantes en el estudio. A ello hay que sumarle que la mayoría de los estudios obtenidos tienen lugar en países desarrollados cuyos ingresos son altos, por lo que el estudio realizado no es representativo de manera global.

8. Conclusiones

- La evidencia obtenida corrobora el incremento de visitas al servicio de urgencias por un aumento de la contaminación atmosférica.
- Las condiciones climáticas son variables a tener en cuenta en los contaminantes atmosféricos, siendo la temperatura uno de los de mayor influencia, en especial en los días cálidos.
- Los contaminantes atmosféricos interaccionan entre sí variando sus concentraciones y con ello los problemas respiratorios que generan.
- Las partículas en suspensión, en especial las $PM_{2.5}$, son los contaminantes atmosféricos que más se asocian con el incremento de las visitas al servicio de urgencias.
- La contaminación atmosférica tiene mayor repercusión en la población más vulnerable, siendo los niños y las personas con un diagnóstico ya existente de problema respiratorio los más afectados.
- Existen discordancias en los estudios seleccionados sobre si la contaminación atmosférica afecta más a hombres o mujeres.

9. Bibliografía

1. Intergovernmental Panel on Climate Change. Calentamiento Global de 1,5 °C. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2019.
2. Dirección General de Salud Pública Calidad e Innovación. Impactos del Cambio Climático en la Salud. [Internet]. Madrid: Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad.; 2013. 232 p. Disponible en: http://www.oscc.gob.es/docs/documentos/2013.11.18_Publ_Impacto_Cambio_Climatico_compl.pdf
3. Greenpeace. Así nos afecta el cambio climático. Greenpeace; 2018.
4. Ecologistas en Acción. La calidad del aire en la ciudad de Madrid durante 2018 [Internet]. Madrid: Ecologistas en acción; 2019. Disponible en: http://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/informe_calidad_aire_2011.pdf
5. OMS. Calidad del aire ambiente (exterior) y salud [Internet]. 2018 [citado 9 de septiembre de 2021]. Disponible en: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
6. BreatheLife. ¿Cuáles son las pautas de calidad del aire de la OMS? [Internet]. 2020 [citado 9 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://breathelife2030.org/es/news/w-h-o-air-quality-guidelines/>
7. INE. Instituto Nacional de Estadística [Internet]. Disponible en: <https://www.ine.es/>
8. Zelman M, Raymon J, Holdaway P, Dafnis E. Fisiopatología. 8.^a ed. Madrid: Pearson; 2018.
9. Radio Televisión Española. El Gobierno declara la Emergencia Climática en España [Internet]. RTVE. 2020. Disponible en: https://elpais.com/sociedad/2019/11/28/actualidad/1574934320_885860.html
10. Sánchez Á. La Eurocámara declara la emergencia climática. El PAÍS [Internet]. 28 de noviembre de 2019; Disponible en: https://elpais.com/sociedad/2019/11/28/actualidad/1574934320_885860.html
11. Organización Mundial de la Salud. Cambio climático y salud [Internet]. 2018 [citado 8 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>
12. Chriscaden K, Osseiran N. WHO releases country estimates on air pollution exposure and health impact [Internet]. 2016 [citado 9 de septiembre de 2021].

Disponible en: <https://www.who.int/news/item/27-09-2016-who-releases-country-estimates-on-air-pollution-exposure-and-health-impact>

13. Ceballos MÁ, Segura P, Blázquez N, Gutiérrez E, Gracia JC, Ramos P, et al. La calidad del aire en el Estado español. Ecologistas en Acción, editor. Creative Commons; 2017. 138 p.
14. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN ESPAÑA. Madrid: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico; 2020. 257 p.
15. Radio Televisión Española. Madrid, la ciudad de Europa con más muertes por contaminación de dióxido de nitrógeno [Internet]. 2021 [citado 9 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://amp.rtve.es/noticias/20210120/madrid-ciudad-europea-mas-muertes-europa-contaminacion-no2/2067800.shtml>
16. Naciones Unidas. Uno de cada tres países carece de estándares obligatorios sobre calidad del aire exterior [Internet]. 2021 [citado 9 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://nacionesunidas.org.co/noticias/comunicados-de-prensa/uno-de-cada-tres-paises-carece-de-estandares-obligatorios-sobre-calidad-del-aire-exterior/>
17. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. Syst Rev. 2021;10:1-11.
18. Tricco AC, Lillie E, Zarin W, Brien KKO, Colquhoun H, Levac D, et al. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. Ann Intern Med. 2018;169:467-73.
19. Veritas Health Innovation. Covidence - Better systematic review management [Internet]. Melbourne; 2014. Disponible en: <https://www.covidence.org/>
20. CASPe. Instrumentos para la lectura crítica (CASPe) [Internet]. 2016. Disponible en: <https://www.redcaspe.org/herramientas/instrumentos>
21. Cortes-Ramirez J, Naish S, Sly PD, Jagals P. Mortality and morbidity in populations in the vicinity of coal mining: A systematic review. BMC Public Health. 2018;18:721.
22. Byrwa-Hill BM, Venkat A, Presto AA, Rager JR, Gentile D, Talbott E. Lagged Association of Ambient Outdoor Air Pollutants with Asthma-Related Emergency Department Visits within the Pittsburgh Region. Environ Res Public Heal. 2020;17.

23. Bono R, Romanazzi V, Bellisario V, Tassinari R, Trucco G, Urbino A, et al. Air pollution, aeroallergens and admissions to pediatric emergency room for respiratory reasons in Turin, northwestern Italy. *BMC Public Health*. 2016;16.
24. Kanellopoulos N, Pantazopoulos I, Mermiri M, Mavrovounis G, Kalantzis G, Saharidis G, et al. Effect of PM_{2.5} Levels on Respiratory Pediatric ED Visits in a Semi-Urban Greek Peninsula. *Environ Res Public Heal*. 2021;18.
25. Xu Q, Li X, Wang S, Wang C, Huang F, Gao Q, et al. Fine Particulate Air Pollution and Hospital Emergency Room Visits for Respiratory Disease in Urban Areas in Beijing, China, in 2013. *PLoS One*. 2016;11(4).
26. Taj T, Malmqvist E, Stroh E, Astrom DO, Jakobsson K, Oudin A. Short-Term Associations between Air Pollution Concentrations and Respiratory Health-Comparing Primary Health Care Visits, Hospital Admissions, and Emergency Department Visits in a Multi-Municipality Study. *Environ Res Public Heal*. 2017;14.
27. Liu P, Wang X, Fan J, Xiao W, Wang Y. Effects of Air Pollution on Hospital Emergency Room Visits for Respiratory Diseases: Urban-Suburban Differences in Eastern China. *Environ Res Public Heal*. 2016;13.
28. Ma Y, Yue L, Liu J, He X, Li L, Niu J, et al. Association of air pollution with outpatient visits for respiratory diseases of children in an ex-heavily polluted Northwestern city, China. *BMC Public Health*. junio de 2020;20(1).
29. Strosnider HM, Chang HH, Darrow LA, Liu Y, Vaidyanathan A, Strickland MJ. Age-specific associations of ozone and fine particulate matter with respiratory emergency department visits in the United States. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019;199(7):882-90.
30. Huang Y-T, Chen C-C, Ho Y-N, Tsai M-T, Tsai C-M, Chuang P-C, et al. Short-Term Effects of Particulate Matter and Its Constituents on Emergency Room Visits for Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Time-Stratified Case-Crossover Study in an Urban Area. *Environ Res Public Heal*. 2021;18.
31. Szyszkowicz M, Kousha T, Castner J, Dales R. Air pollution and emergency department visits for respiratory diseases: A multi-city case crossover study. *Environ Res*. 2018;163:263-9.
32. Ortega-García JA, Martínez-Hernández I, Boldo E, Cárcelos-Álvarez A, Solano-Navarro C, Ramis R, et al. Urban air pollution and hospital admissions for asthma and acute respiratory disease in Murcia city (Spain). *An Pediatr*

[Internet]. 2020;93(2):95-102. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2020.01.012>

33. Alhanti BA, Chang HH, Winkvist A, Mulholland JA, Darrow LA, Sarnat SE. Ambient air pollution and emergency department visits for asthma: A multi-city assessment of effect modification by age. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2016;26(2):180-8.
34. Mazenq J, Dubus J-C, Gaudart J, Charpin D, Nougairède A, Viudes G, et al. Air pollution and children's asthma-related emergency hospital visits in southeastern France. *Eur J Pediatr*. junio de 2017;176(6):705-11.
35. Noh J, Sohn J, Cho J, Cho S-K, Choi YJ, Kim C, et al. Short-term Effects of Ambient Air Pollution on Emergency Department Visits for Asthma: An Assessment of Effect Modification by Prior Allergic Disease History. *Prev Med Public Heal*. 2016;49:329-41.
36. Orellano P, Quaranta N, Reynoso J, Balbi B, Vasquez J. Effect of outdoor air pollution on asthma exacerbations in children and adults: Systematic review and multilevel meta-analysis. *PLoS One*. 2017;12(3).
37. Fan J, Li S, Fan C, Bai Z, Yang K. The impact of PM_{2.5} on asthma emergency department visits: a systematic review and meta-analysis. *Environ Sci Pollut Res*. 2016;23(1):843-50.
38. Martínez-Rivera C, García-Olivé I, Stojanovic Z, Radua J, Ruiz Manzano J, Abad-Capá J. Association between air pollution and asthma exacerbations in Badalona, Barcelona (Spain), 2008–2016. *Med Clínica (English Ed [Internet])*. 2019;152(9):333-8. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.medcle.2019.02.016>
39. Zheng X, Orellano P, Lin H, Jiang M, Guan W. Short-term exposure to ozone, nitrogen dioxide, and sulphur dioxide and emergency department visits and hospital admissions due to asthma: A systematic review and meta-analysis. *Environ Int*. mayo de 2021;150.
40. Malig BJ, Pearson DL, Chang YB, Broadwin R, Basu R, Green RS, et al. A time-stratified case-crossover study of ambient ozone exposure and emergency department visits for specific respiratory diagnoses in California (2005-2008). *Environ Health Perspect*. 2016;124(6):745-53.
41. OMS. Contaminación atmosférica y salud infantil [Internet]. Organización mundial de la salud. Organización Mundial de la Salud 2018; 2018. 40 p.

Disponible en: <http://www.who.int/archives/inf-pr-1997/en/pr97-47.html>

42. Querol, X., Viana, M., Moreno, T., Alastuey A. Bases científico-técnicas para un Plan Nacional de Calidad del Aire [Internet]. Madrid: CSIC; 2012. 349 p.

Disponible en: http://www.csic.es/coleccion-informes?p_p_id=contentviewerservice_WAR_alfresco_packportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_contentviewerservice_WAR_alfresco_packportlet_struts_action=/

43. Ballester F. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA, CAMBIO CLIMÁTICO Y SALUD. Rev Española Salud Pública. 2005;79(6):159-75.

Anexos

Anexo I

Autores y fecha	País	Período de estudio	Diseño de estudio	Población de estudio	Tamaño de muestra	Resultados	Exposiciones ambientales	Clasificación de calidad
Huang, YT; Chen, CC; Ho, YN et al. 2021	Taiwán	1 de enero de 2007 a 31 de diciembre de 2010	Estudio observacional retrospectivo	Personas mayores de 20 años que acudieron al servicio de urgencias con diagnóstico de EPOC	6.114	Exacerbaciones de EPOC tras un aumento de la concentración de PM _{2.5}	Concentraciones masa por hora de PM _{2.5} y PM ₁₀ , temperatura diaria y humedad	Relevancia alta
Liu, P; Wang, X; Fan, J et al. 2016	China	Enero de 2013 a diciembre de 2014	Estudio observacional retrospectivo	Población de las áreas urbanas y suburbanas de Jinan	2.625	Aumento de urgencias hospitalarias por la contaminación del aire. Las mujeres son más susceptibles a la contaminación.	Concentraciones diarias de PM _{2.5} , SO ₂ , y NO ₂ junto con la temperatura y humedad	Relevancia media

Xu, Qin; Li, Xia; Wang, Shuo et al. 2016	China	1 de enero de 2013 a 31 de diciembre de 2013	Estudio observacional retrospectivo	Población de la ciudad de Beijing	92.464	Aumento de urgencias respiratorias por PM _{2.5} Mayor ingreso de mujeres y personas mayores	Concentraciones diarias de PM _{2.5} , SO ₂ , NO ₂ , O ₃ y CO, juntos con los datos meteorológicos, temperatura y humedad diarios	Relevancia alta
Strosnider, HM; Chang, HH; Darrow, LA et al. 2019	Estados Unidos	De 2000 a 2014	Estudio observacional retrospectivo	17 estados de Estados Unidos	38.400.000	Aumento de urgencias respiratorias asociadas a PM _{2.5} y O ₃ Concentración de PM _{2.5} afecta más a niños Concentración de O ₃ afecta más a adultos	Concentraciones diarias de PM _{2.5} y O ₃	Relevancia alta

Fan, J; Li, S; Fan, C; Bai, Z; Yang, K 2016	Alemania	1 de enero a 13 de enero de 2015	Revisión sistemática	N/R	16 estudios	Aumento de urgencias por asma asociados a PM _{2.5} , con mayor afectación de población infantil.	Concentraciones de PM _{2.5}	Relevancia alta
Kanellopoulos, N; Pantazopoulos, I; Mermiri, M et al. 2021	Grecia	1 de marzo de 2019 a 29 de marzo de 2020	Estudio observacional retrospectivo	Población infantil que acudió por urgencias respiratorias al Hospital General de Volos	4.271	Urgencias respiratorias infantiles asociados a PM _{2.5} , siendo mayor en invierno y primavera	Concentraciones diarias de PM _{2.5} , junto con la temperatura y humedad	Relevancia alta
Malig, BJ; Pearson, DL; Chang, YB et al. 2016	Estados Unidos	De 2005 a 2008	Estudio de casos cruzados estratificado en el tiempo	Población de California que acudió por urgencias respiratorias.	3.654.042	Aumento de urgencias respiratorias por contaminación y calor	Concentraciones diarias de SO ₂ , NO ₂ , O ₃ y CO. Temperatura y humedad	Relevancia media

Alhanti, BA; Chang, HH; Winqvist, A et al. 2016	Estados Unidos	Atlanta (años 1993-2009). Dallas (años 2006-2009). St. Louis (años 2001-2007)	Estudio observacional retrospectivo	Visitas a urgencias de la asociación de Hospitales de Georgia para Atlanta, de la Fundación del Consejo de Hospitales de Dallas Fort Worth para Dallas y de la Asociación de Hospitales de Missouri para St. Louis	389.863 en Atlanta. 102.155 en Dallas. 119.952 en St. Louis	Aumento de urgencias por asma asociadas a contaminación, siendo mayor en menores de 19 años. Mayores urgencias en hombres, aumentando en afroamericanos e hispanos	Concentraciones diarias de PM _{2.5} , SO ₂ , NO ₂ , O ₃ y CO. Además de la concentración de aerosoles, temperatura y humedad diarios	Relevancia media
Noh, J; Sohn, J; Cho, J et al. 2016	Corea del Sur	1 de enero de 2005 a 31 de diciembre de 2009	Estudio observacional retrospectivo	Visitas al servicio de urgencias de Seúl por asma.	27.146	Aumento de urgencias por asma asociadas PM ₁₀ , O ₃ y NO ₂ ; siendo mayor en mujeres y niños.	Concentraciones diarias de PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ , O ₃ y CO. Temperatura y humedad diarios	Relevancia alta

<p>Szyszkowicz, M; Kousha, T; Castner, J; Dales, R.</p> <p>2018</p>	Canadá	Abril de 2004 a diciembre de 2011	Estudio de casos cruzados estratificado en el tiempo	Visitas al servicio de urgencias por enfermedades respiratorias registradas por Sistema Nacional de Informes de Atención Ambulatoria	717.676	Asociación entre la contaminación del aire ambiental y las visitas al servicio de urgencias por afecciones respiratorias, siendo mayor en mujeres.	Concentraciones de diarias de PM _{2.5} , SO ₂ , NO ₂ y O ₃ Temperatura y humedad diarias	Relevancia alta
<p>Mazenq, J; Dubus, JC; Gaudart, J et al.</p> <p>2017</p>	Francia	1 de enero a 31 de diciembre de 2013	Estudio observacional retrospectivo	Población entre 3- 18 años que acuden a urgencias de Bouches-du- Rhône por asma	1.182	Aumento de urgencias respiratorias por aumento de PM ₁₀ . Siendo mayores en hombres y en periodos de temperatura cálida	Concentraciones diarias de PM _{2.5} y PM ₁₀ . Datos de temperatura, humedad, polen, velocidad del viento precipitaciones.	Relevancia alta

Antonio Ortega-García, J; Martínez-Hernández, I; Boldero, E et al. 2020	España	1 de enero a 31 de diciembre de 2015	Estudio ecológico	Población menor de 17 de Murcia que acudió al Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca	12.354	Aumento de urgencias respiratorias en especial en hombres y durante el invierno. PM ₁₀ y O ₃ aumento de asma NO ₂ aumento de bronquiolitis	Concentraciones de diarias de PM _{2.5} , PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ y O ₃ . Temperatura y humedad diarios.	Relevancia alta
Martínez Rivera, C; García Olivé, I; Stojanovic, Z 2019	España	1 de enero de 2008 a 31 de diciembre de 2016	Estudio observacional retrospectivo	Urgencias diarias del Hospital Universitari Germans Trias i Pujol con diagnóstico de asma	2.431	Aumento de urgencias respiratorias por NO ₂ y disminución de la temperatura	Valores diarios de temperatura, humedad, presión atmosférica, SO ₂ , NO ₂ y CO	Relevancia alta

Orellano, P; Quaranta, N; Reynoso, J et al. 2017	Argentina	2 de noviembre de 2015 a 30 de junio de 2016	Revisión sistemática	N/R	22 estudios	Aumento de exacerbaciones de asma por PM ₁₀ , SO ₂ . O ₃ produce inflamación de las vías respiratorias.	Concentraciones diarias de PM _{2.5} , PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ , O ₃ y CO.	Relevancia alta
Zheng, XY; Orellano, P; Lin, HL et al. 2021	Holanda	1 de febrero de 2017 a 30 de agosto de 2019	Revisión sistemática	N/R	67 estudios	SO ₂ , NO ₂ , O ₃ mayor riesgo de exacerbaciones del asma. Los niños y personas mayores más vulnerables a la contaminación	Concentraciones diarias de SO ₂ , NO ₂ , O ₃ .	Relevancia alta

Yueling, MA; Yue, LI; Jiangtao, L et al. 2020	China	De 2014 a 2016	Estudio observacional retrospectivo	Población de la ciudad de Lanzhou menor de 14 años.	332.337	Aumento de las urgencias respiratorias en niños por PM _{2.5} , SO ₂ , NO ₂ . Mayor aumento de urgencias a mayor frío y menor edad	Concentraciones medias anuales de PM _{2.5} , PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ . Además de temperatura y humedad diaria.	Relevancia alta
Taj, Tahir; Malmqvist, E; Stroh, E et al. 2017	Suecia	1 de enero de 2005 a 31 de diciembre de 2010	Estudio observacional retrospectivo	Personas mayores de 5 años que acuden por urgencias respiratorias en: Malmö, Helsingborg, Lund, Landskrona y Trelleborg	81.019 Atención Primaria. 38.217 Sala de urgencias. 25.271 Ingreso hospitalario	Aumento de urgencias respiratorias en atención primaria por incremento de NO ₂ . Aumento de visitas por aumento de concentraciones.	Concentraciones diarias de PM ₁₀ , NO ₂ y O ₃	Relevancia alta

Byrwa-Hill, B; Venkat, A; Presto, A et al. 2020	Estados Unidos	1 de julio de 2008 a 30 de junio de 2013	Estudio de casos cruzados estratificado en el tiempo	Visitas al servicio de urgencias de Allegheny Health Network con diagnóstico de asma	6.682	Aumento de visitas por O ₃ en niños Aumento de visitas por NO ₂ y CO en adultos	Concentraciones diarias de PM _{2.5} , O ₃ , NO ₂ y CO, además de las variables meteorológicas	Relevancia media
Bono, R; Romanazzi, V; Bellisario, V et al. 2016	Italia	1 de agosto de 2008 a 31 de diciembre de 2010	Estudio de casos cruzados estratificado en el tiempo	Visitas al servicio de urgencias en personas menores de 18 años en el Hospital Regina Margherita	21.793	Aumento de NO y aeroalérgenos producen un aumento de las urgencias	Concentraciones diarias de PM _{2.5} , O ₃ , NO ₂ y aeroalérgenos, además de las variables meteorológicas.	Relevancia alta